石膏硬化液に関する実験 (1)

戸代原孝義 花村 典之

Experiment on the Hardener of Gypsum (1)

Takayoshi Toyohara, Noriyuki Hanamura

I. 緒 言

現在、各種歯型材が開発、使用されているが、最も日常的に使用されているのは、操作が簡便な石膏系歯型材と思われる。

しかしこれは必ずしも満足しうるものではない。冠・橋義歯の分野においても、石膏歯型で蠟型を製作する場合はまだしも、陶材ジャケット冠を製作するには、歯型材として強度的に不安が残る。

そこで、一般に行われるのは、石膏をかたく練和することであるが¹⁾、これにも限度があり、石膏の流れがわるくなり、かつ気泡、面のあれなどが生じ易くなる。

また、石膏をかたくするものとして、石膏硬化液を使用することが考えられる。

石膏硬化液には現在、表面に塗布するものと、練和する際に、混入するものと、2種類市販されている。

表面塗布性のものは細田らの報告²⁾があるが、今回著者らは、後者を用いて基礎的実験を行つたので、その一部を報告する。

II. 実験材料および方法

実験に使用した石膏硬化液は、WHIP-MIX 社製の GYPSUM HARDENER で、対象とした石膏は、次の4種石膏である。

- (1) ニューブラストーン：(而至社) 混水比：0.24
- (2) ゾーストーン：(下村) 混水比：0.25~0.26

鶴見大学歯学部補綴学教室 (主任：花村典之)
Department of Prosthetic Dentistry, School of
Dental Medicine, Tsurumi University (Chief: Prof.
Noriyuki Hanamura)

昭和51年2月2日受付

- (3) シュールストーン：(而至社) 混水比：0.24

- (4) ベルミックス・ストーン：(米国, KEER 社) 混水比：0.22~0.25

混水比に幅のある、ゾーストンは0.25とし、ベルミックス・ストーンは0.24とした。実験に使用した、石膏、石膏硬化液および印象材は、各々同じ製品番号のものを使用した。

実験方法は、圧縮強さ、表面硬さ、寸法変化、表面精度、表面あらさを、石膏硬化液を使用して練和、作成した石膏試験片、および水を使用して練和、作成した石膏試験片で、測定、観察し、比較を行つた。

なおすべての実験は、室温 22°~26°C の実験室で行

図 1 GYPSUM HARDENER

った。

III. 機械的性質について

歯型材として、石膏は強度、硬さなどが、大きな値を示す方が、望ましいのは言うまでもない。

石膏の「圧縮強さ」、「表面硬さ」が石膏硬化液によってどれ位増加するか、実験した。

石膏硬化液の使用方法是、各種石膏を水で練和する際の指定練和比で、硬化液と粉末を計量して、練和し、試験片を作成した。対照として水を使用して同じ練和比で試験片を作成し、両者を比較した。

図 2 「圧縮強さ」試験片の作成用金型

a

1. 圧縮強さ

1) 実験方法

(1) 試験片の作成

試験片は A.D.A. 規格によるセメント圧縮強さの試験片と同じ大きさになるように、すなわち図 2 に示すような、直径 6.0 mm、高さ 12.0 mm の円柱状の内空を有する真鍮製の割り型を用いて作成した。

下面にガラス板を敷き、指定練和比で、水および硬化液を用い、真空練和比で、練和した石膏を注入し、上面を同じようにガラス板で押さえ、条件を出来るだけ整えるため、相対湿度100%、室温容器中に、1時間放置し、硬化させた後、取り出し気泡のないものを選んで試験片とした。なお割り型の内面には、信越化学工業社のシリコン液のベース (KE 20RTV) をうすく塗布し、分離剤とした。

試験片は測定時間まで上記の条件で保存し、各5コ以上を作成、測定し、その平均をとってそれぞれの石膏の各時間における圧縮強さとした。

(2) 測定方法

測定は強さの変化をみるため、90 分後、6 時間後、24 時間後に行った。試験機は、本学、理工学教室所有の島津オートグラフ IS-500 形を用い、碎頭速度 1 mm/min で行なった。

2) 実験結果

実験の結果は表 1 にみられる通りで、それをグラフに

b

図 3 オートグラフ、a. 本体、b. 電気装置

表 1 各種石膏の圧縮強さ (kg/cm²) () 内は標準偏差

		90min.	6hr.	24hr.
NEW PLASTONE	WATER	602 (11)	754 (57)	853 (42)
	HARDENER	729 (39)	846 (67)	1115 (21)
ZO-STONE	WATER	446 (28)	566 (50)	860 (124)
	HARDENER	488 (32)	906 (57)	927 (67)
SURSTONE	WATER	446 (32)	502 (21)	502 (42)
	HARDENER	499 (11)	782 (35)	782 (39)
VEL-MIX STONE	WATER	474 (39)	499 (46)	502 (32)
	HARDENER	541 (50)	817 (35)	785 (25)

図 4 各種石膏の圧縮強さ (実線は硬化液使用練和, 破線は水使用練和)

したもののが図 4 である。実線が硬化液を使用しての練和で、破線が水を使用しての練和である。

実験した 4 種石膏についての圧縮強さは、各測定時間において硬化液練和時の方が、水練和時よりも増加がみられた。

圧縮強さを硬化液練和時と水練和時と比較すると、ニュープラストーンでは、90 分後では、1.2 倍、6 時間後で 1.1 倍、24 時間後で 1.3 倍となっており、ゾーストンでは、順に、1.1 倍、1.6 倍、1.1 倍となつている。シュールストーン、ベルミックス・ストーンでは 90 分後には 1.1 倍であるが、6 時間後、24 時間後では、ともに 1.6 倍と圧縮強さは、大きな増加を示した。

ニュープラストーン、ゾーストンはともに経時的に圧縮強さが増加している。シュールストーンは、硬化液練和時、水練和時とも、6 時間後と、24 時間後では同じ値を示しており、ベルミックス・ストーンは、硬化液練和時で、24 時間後より 6 時間後の方が値が少し低下しているがほとんど差はないと思われる。

なお 48 時間後についても測定を行つたが、大差はないので、硬化時間は 24 時間で十分なものとして^{3,4)}、以後の実験を行つた。

図 5 「硬さ試験」試験片の作成用金枠

2. 表面硬さ

1) 実験方法

(1) 試験片の作成

試験片は内径が、長さ 30 mm、幅 10 mm、厚さ 4.0 mm の真鍮の金枠を用いて作成した。

ガラス面を印象したシリコーン・ペース印象材を下に敷いて、この金枠に石膏を注入し、相対湿度 100%、室温容器中に、1 時間放置し、硬化させた後、取り出し試験片とし、測定時間まで同容器中に保存した。各 5 コ以上作成した。

なおガラス面のシリコーン・ペース印象には、スイスの Heberlein Company の「コルテックス」を用い、指定練和比で練和し、口腔内を想定して、相対湿度 100%、37°C 恒温槽内で 5 分間放置し、硬化させた。その後金枠の下に用いた。

(2) 測定方法

表面硬さの測定は押込硬度試験のうちの、ビッカース硬さを測定した。測定時間は石膏練和、注入後 24 時間とした。

ビッカース硬さの測定には明石製作所製の、微小硬度計を用い、荷重 500 g、荷重時間 30 秒で、試験片 1 コについて任意の 5 か所を測定し、その平均をとって試験片 1 コの硬度とし、5 コ以上の試験片で測定を行い、その平均をとり、その石膏の水または硬化液練和時の表面硬さとしてビッカース硬さを求めた。

2) 実験結果

実験結果は表 2 に示す通りである。石膏の測定はダイヤモンド圧子の圧痕が金属測定時ほどはつきりしないが、硬化液練和時と、水練和時の石膏の硬度の比較はできたとと思われる。

図 6 微小硬度計

表面硬さも4種石膏についてすべて、硬化液使用によつて増加した。ニュープラストーンでは23.1から28.4に、ゾーストーンでは、12.8から15.3に、ベルミックス・ストーンでは、14.8から17.3と約1.2倍に、シュールストーンでは19.8から27.2と約1.4倍のビッカース硬さ値を示している。

3. 小 括

1) 圧縮強さ

圧縮強さで24時間後で最も大きい値を示したのは水練和時では、ゾーストーンで、次にニュープラストーン、同じ値でシュールストーン、ベルミックス・ストーンと続いている。

硬化液練和時では、ニュープラストーンが最も大きい値を示し、次いでゾーストーン、ベルミックス・ストーン、シュールストーンとなっている。ベルミックス・ストーンの値が意外に小さく水練和時で502 kg/cm²であるが、硬化液使用によつて約1.6倍の786 kg/cm²となった。

硬化液練和時の、ゾーストーン、シュールストーン、ベルミックス・ストーンは、90分から6時間までのあいだで、急激に圧縮強さが増し、水練和時の同石膏の直線的な上昇に比べてかなり特徴的である。ニュープラストーンは、硬化液および水練和時とも、なだらかに上昇を続けている。測定時間をもつと増さなければ、はつきりいえないが、6時間位で、圧縮強さは一定値に近くなるように思われる。

2) 表面硬さ

表 2 各種石膏のビッカース硬さ (kg/mm²)

() 内は標準偏差

HARDNESS	WATER	HARDENER
NEW PLASTONE	23.1 (0.6)	28.4 (4.4)
ZO-STONE	12.8 (0.5)	15.3 (0.4)
SURSTONE	19.8 (2.0)	27.2 (0.7)
VEL-MIX STONE	14.8 (2.3)	17.3 (0.7)

ビッカース硬さにおいて、最も大きい値を示したのは硬化液および水練和時とも、ニュープラストーンで、ゾーストーンが一番小さな値を示した。4種石膏とも硬化液練和によつて、約2割から4割近く、ビッカース硬さ値が大きくなつており、特に、シュールストーンの上昇は最高で37.4%となつている。この超硬石膏は通常我々が冠・橋義歯模型に使用しているだけに、大いに意義がある。

今回の実験はシリコン・ベース印象材に石膏を注入したが、鹿沼の報告³⁾によると、石膏系歯型材はラバーベースに接する方が、ビッカース硬さは高い値を示すとしている。

石膏硬化液使用練和時のラバーベース印象材の影響についても次回実験を行う予定である。

IV. 寸法変化について

歯型のための材料は出来上つた模型ができるだけ原型に近いことが望ましい。石膏硬化液使用によつて、機械的性質が向上しても、寸法変化が大きいと歯型材としては用いることが出来ない。そこで次に寸法変化の測定を臨床に近い状態で、実験を行った。

1. 実験方法

吉田、鹿沼らが用いたような³⁾、ステンレス鋼製の金属原型を1菌用小型トレーを用いて、ラバーベース印象をとり、その中に石膏を注入し、歯型を作成し、基準環の位置によつて万能投影機で測定し、寸法変化を求めた。

1) 金属原型、印象材およびトレー

金属原型は図7、図8に示すように、クラウンの支台歯を模型化したもので、片側テーパを1/20として、高さを6.10 mm、歯頸部に相当する所に0.99 mmのショルダーをつけてあり、歯頸部の直径は8.04 mmである。

使用印象材は而至社の「シュールフレックス」で、印象材の厚さを一定とし、印象精度を上げるため、トレーは図9に示すような小型カップトレーを用いた。これは

図7 金属原型と基準環

図9 トレー

図8 金属原型の寸法

原型と基準環

歯型と基準環

図10 金属原型と歯型に基準環を挿入した図

白光化学研究所の既製トレーを改良したものである。

トレー咬合面は支台との距離が一定となるようにレジンでふたを作り、中央部に直径約 1.0 mm の孔をあけた。この孔は印象撤去の際陰圧による印象の変形^{3,5-7)}を防ぐためのものでこの孔より注射器により水を注入して印象を撤去した。トレーはレジンの収縮を考慮して印象採得前日迄に作成しておいた。

2) 歯型の作成

(1) 印象採得

前述の小型トレーのカッパー部を研磨し、新鮮面を出し⁸⁾、レジン部に即重レジン・シロップを塗り⁹⁾、ラバーベース印象材との接着を強化し、恒温槽内で、37°C に保温してあつた金属原型をとり出し、室温 22°~26°C 中で印象を行つた。

練和はメーカーの指示通り行つた。この印象を相対湿

度 100%, 37°C 恒温槽内に 15 分間放置、硬化させた後、トレー咬合面部の孔から注射器で注水しながら撤去した。

(2) 石膏の注入

前述の印象のうち、良好なものをえらび、直ちに石膏の注入を行つた¹⁰⁾。

各石膏の指定練和比で、真空練和機で練和し、パイプレーターを使用して注入した。

相対湿度 100% 室温容器中に 1 時間放置、硬化させ、印象から取り出し、表面に気泡のないものをえらび測定時間まで同容器中に保存した。

(3) 測定

測定時間を 24 時間後とし、測定法は鹿沼が使用したような³⁾、金属原型に対し約 2.9% 小さめに適合するステンレス鋼製の基準環を用い、それを歯型に約 50 g の指圧をもつて挿入し、その適合度を歯型の周囲で任意の

表 3 各種石膏の寸法変化(%) ()内は標準偏差

EXPANSION (%)	WATER	HARDENER
NEW PLASTONE	0.54 (0.12)	0.57 (0.16)
ZO-STONE	0.52 (0.10)	0.54 (0.04)
SURSTONE	0.25 (0.05)	0.28 (0.07)
VEL-MIX STONE	0.21 (0.08)	0.21 (0.09)

6カ所を選び、その位置で、基準環下縁と歯頸部ショルダーの間隙を 1/1,000 mm まで読みとれる日本光学社製の万能投影器を用いて測定した。

万能投影機で読みとつた値は、式 * により

$$\frac{h-H}{10 \times R} \times 100 \dots *$$

原型に対する歯型の大きさを % で表わし寸法変化とした。

但し H は基準環を金属原型に入れた時の基準環下縁と原型のショルダーまでの間隙で、h は作成した歯型のショルダー部から基準環下縁までの間隙、R は原型の歯頸部の直径、片側テーパは 1/20 である。

この値の平均値をもつて歯頸 1 コの寸法変化とし、10 コ以上測定を行い、その平均をとつて各石膏の寸法変化とした。

2. 実験結果

実験結果は表 3 に示す通りである。ニュープラストーンで一番大きい寸法変化を示し、水練和で 0.54%、硬化液練和で 0.57% と、原型より大きくなった。ベルミックス・ストーンでは水および硬化液練和とも 0.21% と最も小さい値を示した。

硬化液練和によつてニュープラストーン、ゾーストーン、およびシュールストーンは、順に、5.6%、3.8%、12%、と寸法変化の量が増加した。ベルミックス・ストーンは変化がなかった。

3. 小 括

ベルミックス・ストーンを除いて他の 3 種の石膏は、硬化液練和によつて、3.8%~12% の寸法変化量の増加がみられた。これは一見大きな変化のようにみえるが、実は原型に対しては 0.02~0.03% 歯型が大きくなっているだけで、ほとんど影響はないと思われる。

ベルミックス・ストーンは硬化液使用によつて寸法変化に影響はあらわれなかった。

V. 表面の精度について

寸法精度にも関係してくることだが、出来上つた石膏歯型材の面の精度も問題になる。模型表面の精度を検討

Block for detail reproduction
Width of line

A=0.025	E=0.150
B=0.050	F=0.200
C=0.075	G=0.300
D=0.100	

図 11 A.D.A. 規格図 (Guide to Dental Material より)

図 12 細線再現性テスト金型

溝の幅は上から 300, 200, 150, 100, 75, 50, 25 μ

する方法にいろいろあるが^{11,12)}、石膏の細線再現性と、表面あらさを観察、測定して、比較してみた。

1. 細線再現性

1) 実験方法

印象材の再現性については、A.D.A. 規格では図 11 のような V 型の溝のついた金型を印象採得し、石膏を注入した時の細線の再現性によつて、印象材の精度を試験している。この金型の一番細い線をシリコーンベース印象材は完全に再現するので、これを利用して、石膏硬化液が、再現性にどう影響するか試験してみた。

(1) 金属原型

金属原型は A.D.A. 規格を模したステンレス鋼製の再

図 13 細線再現性 (ニュープラストーン)

a. 水練和, b. 硬化液練和

図 14 表面形状測定機, a. 測定部, b. 記録計

現性テスト金型(東京理化学工業社製)を用いた。両端の太い線より順に幅が, 300μ , 200μ , 150μ , 100μ , 75μ , 25μ で, 溝は 60° の角度でV字型に切つてある。

(2) 試験片の作成

前述の金型を室温でシリコン・ペース印象し, 相対湿度 100%, 37°C 恒温槽内で5分間放置, 硬化させた後, 取り出し, 石膏を注入し, 相対湿度 100%, 室温容器中に, 1時間放置し, 硬化させ, 取り出し, 同容器中に測定時間まで保存した。試験片は各5コ以上作成した。

(3) 測定方法

測定時間は24時間後とし, 低角度に斜めから照明し, 肉眼で観察, 測定した。

2) 実験結果

図13のニュープラストーンに示すように水および硬

化液練和とも, 4種の石膏において, すべて最も細い 25μ の線まで再現された。

2. 表面あらさ

1) 実験方法

(1) 試験片の作成

鏡面ガラスを硬さ試験で行つたと同様の方法でシリコン・ペース印象し, 硬さ試験に使用した金枠の下に敷いて石膏を注入し, 相対湿度 100%, 室温容器中に, 1時間放置し, 硬化させ, 取り出し, 測定時間の24時間後まで同容器中に保存した。試験片は各5コ以上作成した。

(2) 測定方法

試験機は東京精密社製の表面形状測定機(ピックアップ移動式)・サーフコム4Aを用いて測定し, ピックアップ駆動速度は 0.3 mm/sec , 記録縦倍率は1000倍,

図 15 R_{max} (最大高さ) の求め方

図 16 表面あらさ (鏡面ガラス)

図 17 表 面 あ ら さ

1 : ニュープラストーン水練和	5 : シュールストーン水練和
2 : ニュープラストーン硬化液練和	6 : シュールストーン硬化液練和
3 : ゴーストーン水練和	7 : ペルミックス・ストーン水練和
4 : ゴーストーン硬化液練和	8 : ペルミックス・ストーン硬化液練和

試録紙送り速度は 15 mm/sec である。

表面あらさは、 R_{max} (最大高さ)、 R_z (十点平均あらさ)、または R_a (中心線平均あらさ)、で定量化される

が、このうち R_{max} (最大高さ) を求めて石膏の表面あらさとした。これは断面曲線から基準長さだけ抜き取った部分の平均線に平行な 2 直線ではさんだとき、この 2

表4 各種石膏の表面あらさ(μ) ()内は標準偏差

NEW PLASTONE	WATER	3.3 (0.5)
	HARDENER	2.2 (0.2)
ZO-STONE	WATER	3.7 (0.4)
	HARDENER	3.5 (0.5)
SURSTONE	WATER	6.7 (0.5)
	HARDENER	3.3 (0.4)
VEL-MIX STONE	WATER	5.8 (1.7)
	HARDENER	2.9 (0.2)

直線の間隔を μ で表わしたものである。この基準長さは0.08, 0.25, 0.8, 2.5, 8, 25 mmのうちから選ぶことになっており、最大高さの範囲が 0.8μ をこえ 6.3μ 以下のときは基準長さは0.8 mmである。

2) 実験結果

実験結果は、図16、図17にみられる通りで、これらを $R_{\max}$ (最大高さ)をとって定量化したものが表4である。

実験した4種石膏について、硬化液練和によつて、 $R_{\max}$ の値は小さくなっており、ニュープラストーンで0.67倍、ゾーストーンではほとんど差はないが0.95倍、シュールストーン、ベルミックス・ストーンでは約半分の値を示した。

3. 小 括

細線再現性は硬化液練和によつて、水で練和したものとの差はみられず、影響はないといえる。表面あらさは $R_{\max}$ 値が硬化液練和によつて小さくなっており、表面の“あれ”は少なくなったといえる。

細線再現性も、表面あらさの値も、水練和したものと同様の、あるいは良い結果を示したが、これは硬化液を使用した石膏は水で練和した石膏より、かなりゆるくなり、流れがよくなり、クリーム状に練和されるからと思われる。特に表面あらさについて、シュールストーン、ベルミックス・ストーンで約半分の $R_{\max}$ 値を示し、あれが少なくなった。これはこの2石膏を水で指定練和比で練和した時では、かなりかたく練和されるのに反して、硬化液練和によつてはかなりゆるい泥状になり、このため表面のあれが大きく改善されたものと思われる。他の2石膏は指定練和比でもかなり流れがよい。

VI. ワックス分離剤の影響について

Ⅲ～Ⅴで各種石膏において、硬化液を使用し練和した時と、水で練和したときの基礎的実験の結果を比較してきた。

表5 各種石膏のワックスの分離剤使用時の表面あらさ(μ) ()内は標準偏差

	HARDENER	G-C sep	24hours in G-C sep
NEW PLASTONE	3.3 (0.4)	2.7 (0.3)	2.9 (0.5)
ZO-STONE	3.3 (0.3)	3.1 (0.1)	3.3 (0.3)
SURSTONE	3.2 (0.1)	3.1 (0.2)	2.9 (0.1)
VEL-MIX STONE	2.9 (0.3)	3.1 (0.2)	3.1 (0.2)

次にやや臨牀的になるが、冠・橋義歯の分野で最も頻繁に使用するワックス分離剤が、石膏硬化液を使用した石膏歯型材の表面に影響を及ぼすかどうかを検討した。

実験は、分離剤を塗布したときの石膏表面のあらさと、表面硬さを測定した。使用分離剤は、而至社のG-C sepである。

1. 表面あらさ

1) 実験方法

試験片の作成は前項で行った表面あらさの実験と同様に長さ30 mm、幅10 mm、厚さ4.0 mmの石膏の試験片を各5コ以上作成した。

相対湿度100%室温容器中に24時間保存し、表面あらさを測定し、この試験片表面にワックス分離剤を塗布し、1分後に再度表面あらさを測定し、比較した。さらにこの試験片を24時間、分離剤中に保存し、取り出し、表面の分離剤をエアでふきとばし、表面あらさを測定し、この三者を比較、検討した。

2) 実験結果

実験結果は表5に示す通りで、各24時間後の表面あらさ(対照)、24時間後に分離剤を塗布した時の表面あらさ、24時間分離剤中に保存しておいた時(試験片作成からは48時間経過している)の表面あらさである。

ニュープラストーン、シュールストーンで分離剤に浸した時の方が $R_{\max}$ 値で $0.1\sim 0.6\mu$ 小さな値を示しており、ベルミックス・ストーンで 0.2μ 大きな値を示しており、ゾーストンはほとんど差がない。

2. 表面硬さ

1) 実験方法

表面あらさの実験で作成した24時間分離剤中に保存しておいた試験片を使つて表面硬さを測定した。

2) 実験結果

実験結果は表6に示す通りである。

24時間経過後の表面硬さと比較すると、ビッカース硬さ値はすべての石膏で大きくなっている。

3. 小 括

分離剤の使用によつて表面あらさは、ニュープラストーン、シュールストーンではあれが少なくなつており、

表 6 各種石膏のワックス分離剤使用時の表面硬さ
() 内は標準偏差

	HARDENER	24hours in G-C sep
NEW PLASTONE	28.4 (4.4)	30.7 (1.0)
ZO-STONE	15.3 (0.4)	19.1 (0.8)
SURSTONE	27.2 (0.7)	31.1 (1.0)
VEL-MIX STONE	17.3 (0.7)	20.8 (1.2)

ベルミックス・ストーンで 0.2μ とわずかに $R_{\max}$ 値が増加しており、ゾーストンはほとんど差がない。全体に分離剤使用によつて石膏は表面あらさにおいてほとんど影響はうけていないといえる。

すべての石膏において、表面硬さは、ピッカース硬さ値の増加を示しており、分離剤使用による影響はないものと思われる。

VII. 結 論

以上石膏硬化液が各種石膏に及ぼす影響について実験を行った。

この硬化液使用によつて 1) 各種石膏の圧縮強さは増加, 2) 表面硬さも増加, 3) 寸法変化はわずかに大きくなる傾向がみられた。4) 表面の精度は指標とした細線再現性には差はみられず, 5) 表面あらさは硬化液練和によつてあれが少なくなつた。また 6) ワックス分離剤によつても、硬化液練和の石膏の表面への影響はなく、表面硬さの低下をきたすこともなかつた。

以上の結果からこの石膏硬化液は冠・橋義歯の模型材に混入して使用することが可能と思われる。

今回の石膏硬化液の実験では、標準混水比での水による練和の石膏との比較のため同じ練和比で、石膏を練和したが、実際の使用にあつては液の量を少なくすることが出来ると思われる。

硬化液の量をどれくらい減少させることができるのか、またそのとき圧縮強さ、表面硬さが、どれくらい増

加するか、寸法変化、表面精度にどんな影響が表われるかは、次報で報告したい。また床義歯の鉤歯や、孤立歯に対する応用なども検討してみたい。

稿を終わるにあたり、多大の御援助をいただきました本学理工学教室の平沢教授および教室の皆様、ならびに本学保存学教室の河野教授および教室の皆様に感謝いたします。

文 献

- 1) E.W. Skinner, R.W. Phillips: スキンナー歯科材料学 (上巻), 東京, 昭和 39, 医歯薬出版株式会社, p.41.
- 2) 細田裕康, 他: 石膏模型面の強化法, 歯材器誌, 4, 107 ~110, 1959.
- 3) 鹿沼晶夫: 各種歯型材についての研究, 補綴誌, 13, 153, 昭和 44 (1969).
- 4) 金竹哲也: 鋳造冠用材料, 東京, 昭和46, 而至化学工業株式会社, p. 42.
- 5) 石原寿郎: 鋳造冠, 東京, 昭和34 (1959) 而至化学工業株式会社 p. 45~46.
- 6) 吉田恵夫: 金属原型による弾性印象材の精度試験について, 歯界展望, 14: 1140~1149, 昭和 32 (1957).
- 7) 内山洋一, 他: 弾性印象材の残留変形に関する一考察, 補綴誌, 3: 4~8, 昭和 34 (1959).
- 8) 石井正敏, 他: チオコールラバー印象材と銅板の接着について, 歯理工誌, 7: 13. 4~6, 昭和 41 (1966).
- 9) 増原英一, 他: メタクリル樹脂とチオコールラバー印象材の接着について, 歯理工誌, 7: 13, 4 ~ 6, 昭和 41 (1966).
- 10) 川嶋英夫: 技工所から見た石膏模型の問題, 補綴臨床, 5, 475~484, 1972.
- 11) 大藤幸司, 他: 積層 1 回シリコン印象法による間接法模型の面の精度, 歯材器誌, 31: 27~31, 1974.
- 12) 中村健吾: アルジネート印象材, DE No. 29, 20~31, 1974.